野菜価格安定制度の計量的分析方法に関する理論的考察 : 京都府「野菜経営安定資金制度」の運用改善を目指して

小田, 滋晃

野菜価格安定制度の計量的分析方法に関する理論的考察
―京都府「野菜経営安定資金制度」の運用改善を目指して―

小　田　滋　晃

Shigeaki ODA : A Theoretical Investigation of the Quantitative Method for Analyzing the Vegetable Price Stabilization Policies— Program: A Step towards the Improvement of a Program Enforced by Kyoto Prefecture Government — In this paper, the vegetable price stabilization policies by Kyoto prefectural government were analyzed as the case study on the price stabilization system by local government. In this regard, I investigated the theoretical specification as for the methodologies in order to manage and improve these systems. In addition, I could show the reasonable methods of experimental simulations by Monte Calro methods following the above specification. Especially, as for the characteristics and economic effects of mechanisms of these systems, validity of the formulating methods of basic reference value, by which the levels are balanced among the producing areas, was clarified empirically by applyingnumerical calculations.

第1節　は　じ　め　に

(1) 課　題

野菜の価格安定制度は，我が国の卸売市場を中核とした青果物流通システムの中にあって，野菜価格形成の不安定性とそれを契機とする生産の不安定化を産地レベルにおいてカバーする重要な役割を担ってきている。そして，国だけでなく多くの地方自治体においても農政施策の一環として，膨大な予算措置が講じられてきている。この種制度には，一般に，ミクロ的効果としての制度加入農家の当該野菜部門の「経営安定効果」とマクロ的効果としての当該野菜の「産地保全・育成効果」及びこの効果を前提とした消費地域への「供給安定効果」とが期待される。国の制度の狙いが後者に重点が置かれているのに対して，多くの地方自治体においては特に前者のミクロ的効果としての「経営安定効果」を直接的な狙いとして制度が仕組まれているといえる。特に，地方自治体におけるこの種制度は，国の制度では期待できないその地域の特性を活かした柔軟な対応が可能であり，地域農業振興の大きな要となっている場合がしばしば見受けられる。地方自治体における野菜価格安定制度は，歴史的にみると昭和34年の「京都府青果物安値補てん制度」いわゆる“京都方式”を端緒とし，国の制度にも大きな影響を及ぼしながら今日まで様々な変遷を経て継承・発展してきているといえる。しかし，この種制度の運用や改善に関しては，その制度の仕組みの基本的特性と経済効果とを予め把握しておくことが重要であり，特に制度運用上重要となる様々な基準値の設定に関して計数的根拠が不可欠となることは言うまでもない。そして，その上で具体的な運用上の諸課題

（例えば，制度加入農家への補給金の配分方法等）に対応することが求められる。

そこで，本稿では，地方自治体における価格安定制度の事例として京都府における「野菜経営安定資金制度」（以下，本制度と呼ぶ）を具体的に取り上げ，その運用改善を目指した制度基準値の水準決定を計数的根拠に基づいて行うために必要となる方法論を提示し，その具体的な手順とその有効性を明らかにすることを課題とする。

（2） アプローチの方法

本稿における課題へのアプローチは，次のように行う。まず，第2節では本稿全体の分析の視座を与える本制度の仕組みと計量的分析の前提を提示する。以上の前提の下に，第3章において計量的分析に関する定式化を，対象制度の仕組みとその特性及び経済効果との関係を明らかにすることを目指した上で，計測上の問題を考慮しつつ行う。さらに，第4節において，先行的なこの種の研究成果を踏まえた上で，実際の計測に際して必要となる問題について検討を行なう。そして，第5節で，第3節，4節で検討した計量的分析に関する定式化を前提に，その具体的な手順の提示とそこでの計測上の精度に関する評価とを実際の計測事例をもとに行い，その有効性を明らかにし課題に接近する。

第2節　本制度の仕組みと計量的分析の前提

（1） 本制度の仕組み

まず，本制度の仕組みの特徴を計量的分析上必要となる範囲に絞って簡単に概観すると，以下の5点に要約できる。

①保証方式は，10ａ当たり粗収益保証方式である。

②高収益積み立て方式が導入されている。

③制度資産には1号資産（F_1）と2号資産（F_2）とがある。前者は，府・市町村・農協・生産者が一定の負担割合で業務対象期間前に造成しておく資産で，後者は，高収益積み立て方式によって業務対象期間中に積み立てられる資産である。また，資産の取り崩し方式は，1号資産（F_1）と2号資産（F_2）との同時同率取り崩し方式が採用されている。なお，2号資産には積立限度額が設定されている。

④最低基準額は設定されておらず，業務対象期間中の10ａ当たり実現粗収益額が保証基準額を下回った分に補てん率をかけた全額が，補給金として生産者に交付される。ただし，補給金の額は「資産の範囲内」であり，その点で実質的な「足切り」効果がある。

⑤業務対象期間は3年であり，その期間が終了した時点で資産に残余が生じた場合は，1号資産については生産者造成割合に応じた額が，2号資産についてはその全額が「無事戻し金」として生産者に交付される。ただし，資産の残額が一定基準を下回っ

た場合は，初年度あるいは2年度終了時点で業務を打ち切ることができる。

（2） 計量的分析の前提

本稿における計量的方法の前提は，以下の2点にある。

①貨幣価値変動による影響を除いた10ａ当り実現粗収益額をある確率分布に従う確率変数の実現値と仮定すること。

②上記仮定のもとに本制度の仕組み（京都方式）を①の確率分布に従う確率変数の一種の変数変換式と考えること。

以上の前提より，本制度の仕組みの特性やその経済効果を表す各指標は基本的に確率変数で構成されるため，これらの指標も確率変数として扱えることになる。したがって，この時，保証基準額(G)，高収益積み立て基準額(H)や1号資産(F_1)といった制度の運用基準となる値は，この変数変換式の基本構造を定める操作変数と考えることができ，これらの操作変数の操作によって制度の仕組みの特性やその経済効果の水準を確率的に制御するという考え方が可能になる。

第3節 計量的分析の定式化

（1） $\boldsymbol{R_1}$モデルと指標

本制度は以下のように定式化できる。

$$\boldsymbol{P} = \phi(\boldsymbol{R_1} \mid \boldsymbol{\alpha}) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots [1]$$

$$\boldsymbol{P} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ P_l \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{R_1} = \begin{pmatrix} R_{11} \\ R_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ R_{1t} \end{pmatrix} \qquad \boldsymbol{\alpha} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_n \end{pmatrix}$$

$\boldsymbol{P}$ ：本制度の仕組みの特性や経済効果を表現する指標ベクトル

$\boldsymbol{R_1}$ ：t年間における10a当たり実現粗収益額ベクトル

$\boldsymbol{\alpha}$ ：制度の基準値ベクトル

ϕ ：本制度の仕組みを表現する関数

そして，前節の前提にしたがうと確率変数と仮定した$\boldsymbol{R_1}$の実現値の出現の仕方によって，本制度の仕組の特性や経済効果を表現する指標$\boldsymbol{P}$の値も確率的に変動することに

なる。したがって，計量的分析の主要な課題は，確率変数 $\boldsymbol{R_1}$ の分布から確率変数 $\boldsymbol{P}$ の分布を特定することが中心となる。しかし，本制度の複雑な仕組を考慮すれば $\boldsymbol{R_1}$ の分布に既知の分布が仮定できたとしても指標 $\boldsymbol{P}$ の分布を解析的に明らかにすることはほとんど不可能であろう。

そこで本稿では，この課題に対して指標 $\boldsymbol{P}$ の分布に関する何らかの特性値をモンテカルロ法によるシミュレーション実験によって導出するという方針を採ることにしよう。その場合，次のような手順に従うことになる。

①確率変数 $\boldsymbol{R_1}$ を生成するモデル(以下，$\boldsymbol{R_1}$ モデルと呼ぶ)を開発する。
② $\boldsymbol{R_1}$ モデルに従う乱数(以下，$\boldsymbol{R_1}$ 乱数と呼ぶ)を発生させる。
③発生させた $\boldsymbol{R_1}$ 乱数と[1]式の関数とから確率変数 $\boldsymbol{P}$ の特性値の推定値を導出する。

指標 $\boldsymbol{P}$ の分布に関する何らかの特性値に関しては，一般的には指標 $\boldsymbol{P}$ の期待値(平均)や分散等の統計的指標が考えられる。ただし，その特性値を考えた場合，指標の値が連続性を持つ場合と，ある事象が生起するかしないかといった二値で与えられる場合とが想定される。前者の指標に関しては，指標そのものの平均や分散が特性値として想定できるが，後者に関しては，例えば当該事象の発生確率の期待値をもってその指標の特性値とすることで前者に対応することが可能となろう。すなわち，後者に関しては当該事象が生起する場合を実数 1 に，生起しない場合を実数 0 に対応させておくと，前者と同様に扱うことが可能となる。以下ではこのことを踏まえた上で，確率変数となる指標 $\boldsymbol{P}$ に関する何らかの統計量として特性値行列を $E(\boldsymbol{P})$，その $i \cdot j$ 番目の行列成分(以下，特性値成分と呼ぶ)を $E_{i \cdot j}(p_i)$ と記述しておこう。

さて，モンテカルロ法でこの指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の推定値を導出する場合，シミュレーション実験による誤差が不可避となる。したがって，シミュレーション実験の方法とその下での誤差の程度を評価し，シミュレーション実験の精度を吟味することが必要となる。具体的には，シミュレーション実験による指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の推定精度の問題ということになる。例えば，ある指標の特性値成分を平均，分散と考えた場合，標本平均，標本分散をシミュレーション実験によるその指標のそれぞれの特性値成分の推定量とすることが妥当となる。この場合，これらの推定量は不偏性ないし漸近不偏性を持つので，これらの推定値の標準誤差を評価することが基本的に指標の特性値の推定精度を評価することにつながる。

(2) 制度の基準値と指標

次に，$\boldsymbol{R_1}$ モデルと指標の関係から明らかなように，モンテカルロ法の援用を前提とすれば，特定の $\boldsymbol{R_1}$ モデルに関する確率変数となる指標 $\boldsymbol{P}$ の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ は，制度

の基準値 $\boldsymbol{a}$ の関数 ξ として以下のように記述できる。

$$E(\boldsymbol{P})=\xi(\boldsymbol{a}) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots[2]$$

$$\text{ただし，} E(\boldsymbol{P})=\begin{pmatrix} E_{1\cdot 1}(p_1) & E_{1\cdot 2}(p_1) & \cdot\ \cdot & E_{1\cdot k}(p_1) \\ E_{2\cdot 1}(p_2) & E_{2\cdot 2}(p_2) & \cdot\ \cdot & E_{2\cdot k}(p_2) \\ \cdot & \cdot & \cdot\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot\ \cdot & \cdot \\ E_{l\cdot 1}(p_l) & E_{l\cdot 2}(p_l) & \cdot\ \cdot & E_{l\cdot k}(p_l) \end{pmatrix}$$

[2]式によって与えられる関数を具体的に推定することが，モンテカルロ法による計量的分析の課題となる。実際には，基準値ベクトル $\boldsymbol{a}$ の i 番目の１つの成分 α_i 以外のすべての成分を固定した上でシミュレーション実験を行い，成分 α_i の変化による指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の推定値の変化を追跡するという方法を採ることになる。ただし，ここでは基本的に固定された基準値ベクトルの成分値を前提とした上で，計測対象区間内の成分 α_i の n 個の値と各指標ごとの m 種類の特性値とに対して，指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の各成分に関する $n\times m$ 個の推定値が導出されるに留まる。したがって，関数[2]は，基本的に基準値ベクトル $\boldsymbol{a}$ の内の特定の成分値 α_i と指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の推定値の内の特定の成分値との格子点の1組の点列として平面上に描写せざるを得ず，解析的な関数型として与えることは困難となる。

具体的には，この格子点の１組の点列は，以下の[3]式に示した指標 p_j のある特性値成分 $E_{jk}(p_j)$ に関する基準値 α_i の関数 ξ_{jk} の形状を推定したものとなっている。

$$E_{jk}(p_j)=\xi_{jk}(\alpha_i)\mid_{\boldsymbol{a}'=constant} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots[3]$$

ただし，$\boldsymbol{a}'$ は基準値ベクトル $\boldsymbol{a}$ の内，成分 α_i を除いたベクトル

(3) 等効果関数

本制度においては，その対象地域間で期待される効果が等しくなることが望ましい。これを計量的分析の課題に解釈し直すと，異なった $\boldsymbol{R_1}$ モデル間で指標の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ の推定値が等しい水準となるように制度の基準値を設定するという課題になる。

そこで，すべての対象地域間の $\boldsymbol{R_1}$ モデルに関してある確率分布の族が想定されたと仮定すると，異なった $\boldsymbol{R_1}$ モデルはそのパラメータの相異によって区別することが可能となる。この仮定を前提とするなら，異なった $\boldsymbol{R_1}$ モデル間で本制度の効果を平準化する基準値水準の導出が計量的分析の次の課題となる。この時，$\boldsymbol{R_1}$ モデルのパラメータベクトルを $\boldsymbol{\theta}$ とすると，この課題は次のように定式化できる。

まず，指標の特性値行列$E(\boldsymbol{P})$に関して特定水準値行列$E^*(\boldsymbol{P})$が与えられた時，

$$\xi(\boldsymbol{a} \mid \theta)-E^*(\boldsymbol{P})=0 \qquad \cdots\cdots[4]$$

となる$\boldsymbol{a}$とθに関して，

$$\boldsymbol{a}=\psi(\boldsymbol{\theta}) \qquad \cdots\cdots[5]$$

となる関数を特定することにある。

しかし，この課題を具体的に取り扱う場合，次の2つの制約を考慮する必要がある。第1に$\boldsymbol{R_l}$モデルのパラメータについてはモデル間の相異を一義的に表現できるなんらかのパラメータベクトルの関数が必要となる。第2に，[5]式の関係は[3]式を前提にして初めて具体的に導出可能となる。すなわち，異なった$\boldsymbol{R_l}$モデルを前提として導出された[3]式で与えられる格子点の組から，ある特定水準値をとる指標の特性値成分$E^*_{jk}(p_j)$を推定し，そこからその値を導いたα_iを逆に探索しなければならない。要するに，[5]式の関係は特定水準値行列$E^*(\boldsymbol{P})$の1つの成分ごとにしか把握できない上に，シミュレーション実験からはこの関係を直接導出することができないのである。したがって，[4][5]式は1つの成分ごとに次のような関係として具体的には与えられる。すなわち，

$$\xi_{jk}(\alpha_i \mid \boldsymbol{g}(\theta))-E^*_{jk}(p_j)=0 \mid_{a'=constant} \qquad \cdots\cdots[4]'$$

$\boldsymbol{g}(\theta)$：モデル間の相異を一義的に表現できるなんらかのパラメータベクトルの関数

を満たすα_iと$\boldsymbol{g}(\theta)$に関して，

$$\alpha_i=\psi_j(\boldsymbol{g}(\theta)) \mid_{a'=constant} \qquad \cdots\cdots[5]'$$

となる関数として与えられる。ここで，$\boldsymbol{g}(\theta)$が次の[6]式のようにスカラー関数として表現可能とすると

$$\lambda=\boldsymbol{g}(\theta) \qquad \cdots\cdots[6]$$

[4]'式を満たす[5]'式は，

$$\alpha_i = \psi_j(\lambda)\mid_{a'=constant} \qquad \cdots\cdots[5]''$$

と具体的な定式化が可能となる。

第4節　計量的分析の考え方

(1) R_1 モデルの開発

前節で述べた計量的分析の定式化から，R_1 モデルの開発に際しては次の点に留意する必要がある。第1に本制度の対象地域間における R_1 モデルの分布の族が特定されること，第2にそのことを前提に R_1 モデルのパラメータについてモデル間の相異を一義的に表現できるパラメータベクトルの関数が与えられることである。

第1の点については，異なった分布族間の比較が可能な AIC [1] を利用した先行的研究 [2] や最近の調査研究の結果から，R_1 モデルの分布の族として対数正規分布を想定することが妥当であるとされる [3]。一般に対数正規分布は，所得や売上高の分布として想定した時，実際のデータとの適合性が優れていることがよく知られている。

第2の点については，R_1 モデルの分布の族として対数正規分布を前提にした時，パラメータベクトル $\boldsymbol{\theta}$ は，

$$\boldsymbol{\theta} = \begin{pmatrix} \mu \\ \sigma^2 \end{pmatrix}$$

となり，対数正規分布の平均を T，分散を V とすると，

$$T = exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \qquad \cdots\cdots[7]$$

$$V = [exp(\sigma^2) - 1]\, exp(2\mu + \sigma) \qquad \cdots\cdots[8]$$

となる。ここで，変動係数 $S = \sqrt{V} / T$ として[7][8]式をパラメータベクトル $\boldsymbol{\theta}$ の成分 μ と σ^2 について解くと

$$\mu = log\,T - \frac{1}{2}\, log(S^2 + 1) \qquad \cdots\cdots[9]$$

$$\sigma^2 = log(S^2 + 1) \qquad \cdots\cdots[10]$$

となる。そこで，パラメータ $\boldsymbol{\theta}$ を持つ対数正規分布に従う確率変数 X について，次の確率を考えてみよう。

$$Pr(\alpha T \le X \le \beta T) = \int_{\alpha T}^{\beta T} \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}}\, exp\left\{-\frac{(log x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dx \qquad \cdots\cdots[11]$$

ただし，$0 \leqq \alpha < \beta$とする。

ここで，$\log x = t, t - \mu = z$とおいて順次変数変換すると，

$$Pr(\alpha T \leq X \leq \beta T) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\log\alpha+\frac{\sigma^2}{2}}^{\log\beta+\frac{\sigma^2}{2}} exp(-\frac{z^2}{2\sigma^2})\,dz \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots [12]$$

となる。この確率の値は，[12]式から明らかなようにα，β，σのみに依存する。このことは，[10]式からα，βと変動係数Sのみに依存すると言い換えることができる。したがって，このことから，変動係数Sの等しい$\boldsymbol{R_1}$モデル(対数正規分布)は，Tを単位としてみた場合，同等なモデルと見なすことができる。したがって，前節の[6]式は，Tを単位として

$$\boldsymbol{g}(\theta) = S \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots [13]$$

と，スカラー関数として表現することが可能となる。そして，前節の[5]"式の指標の特性値成分$E_{jk}(p_j)$に関する等効果関数は，

$$\alpha_i = \psi_j(S) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots [14]$$

と具体的に定式化することが可能となる。

(2) 指標の開発

この種制度を評価する場合，一般に，対象制度の仕組みそのものに関する特性とその仕組みからもたらされる経済効果とを明らかにできる指標の開発が重要となるのはいうまでもない。対象制度の仕組みそのものに関する特性を表現しうる指標の例を具体的に挙げれば，平均業務年数(業務短縮を考慮に入れた場合の業務が継続される年数)，業務短縮率(業務が短縮される率)，補給金交付率(業務対象期間内に補給金交付が少なくとも１回発生する率)，高収益積み立て発生率(業務対象期間内に高収益積み立てが少なくとも1回発生する率)，１号資産活用率(１号資産の内，補給金として生産者に交付される比率)等の指標が考えられる。また，経済効果を表現しうる指標に関しては，制度の対象生産者に対する「経営安定効果」を直接表現する「粗収益補てん効果」と「粗収益変動抑制効果」[4)]について考慮する必要がある。これらの指標の例を具体的に挙げれば，基準粗収益カバー率(基準粗収益額に対する，無事戻し額も含めて業務対象期間において対象生産者が最終的に受け取る修正粗収益額全額の比率)，粗収益補てん率(業務対象期間の平均粗収益に対する，業務対象期間内に交付された補給金全額の内，生産者

以外の積み立て額に依存した額の比率)，修正粗収益変動指数(基準粗収益額を基準にした修正粗収益の変動水準を表現する指標)等の指標が考えられる。

ただし，これらの指標は，$\boldsymbol{R_1}$ モデルと制度の仕組みを表現した関数 $\boldsymbol{\phi}$ とに依存することになり，一義的に与えることはできない。したがって，$\boldsymbol{R_1}$ モデルと制度の仕組みを表現する関数 $\boldsymbol{\phi}$ の構造を，目指すべき本制度の運用改善の主旨に沿って予め定めておくことが必要となろう。例えば，基本的に３年間の一業務対象期間のみについて評価しようとする場合は，制度の仕組みの特性や経済効果を理論的に把握しようということが課題となろう，また，より運用の現実に近づけた場合の制度の仕組みの特性や経済効果を把握したいなら，ある程度業務を継続することを考慮した関数 $\boldsymbol{\phi}$ を開発する必要がある。

この種の指標を確率変数として一般的にみると，既に述べたように指標 $\boldsymbol{P}$ の分布として連続型分布に従うものと離散型分布（特に，二値分布）に従うものとに大きく分類することができる。具体的には，前者は，その値が連続値の１つとして計測される指標(例えば，平均業務年数，１号資産活用率，基準粗収益カバー率，粗収益補てん率，修正粗収益変動指数等)に対応し，後者は，ある事象が生起するかしないかをそれぞれ実数１と０に対応させた指標（例えば，業務短縮率，補給金交付率，高収益積み立て発生率等）に対応する。特に，後者については前節の計量的分析の定式化を考慮すれば，特性値とされるこれら指標の期待値は，二値分布のパラメータとなる実数１に対応した事象の発生確率を表すことになる。

また,各指標と各基準値との関係は予め定性的に把握し,ある基準値の微少な変化に対して他の基準値が同一水準の場合,各指標及び指標の特性値がどの様な振る舞いをするかを計量的分析の前にまず定性的に考察しておくことは,本制度の仕組みを理解しておく上で重要となる。一般に，ある基準値の微少な変化に対して他の基準値が同一水準の場合，各指標及び指標の特性値の変化が定性的に把握できる場合，関数 [3] は基準値 α_i の操作可能区間において単調増加あるいは単調減少となることが定性的には把握できる。

（３） 基準値の設定方法

前節の計量的分析の定式化を前提に，指標の特性値成分の推定値から導出される等効果関数から計数的根拠に基づいて制度基準値の水準を決定することが，制度の運用改善を目指した最終的な課題となる。ここで，$\boldsymbol{R_1}$ モデルに対数正規分布が適用可能であると仮定すると，既に考察したとおり等効果関数は[14]式で定式化できる。この関数で表現される線上では，当該指標の特性値成分の水準が等しくなる $\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数（ $\boldsymbol{R_1}$ モデルの相異を一義的に表現）と当該基準値との組み合わせの関係が推定されていることになり，対象地域ごとの $\boldsymbol{R_1}$ モデルに応じた基準値の設定が可能となる。

しかし，この時，次の３点に留意する必要がある。第１に，このような方法によって基準値を設定したとしても，確率変数となる当該指標 p_i の特性値成分の水準が $\boldsymbol{R_1}$ モデ

ル間で等しくなるに留まり，その効果に関してはあくまでも確率的な変動が避けられないことである。ただし，このことは確率モデルを前提に議論している限り当然であり，ここではむしろ本制度が無限に繰り返された時に，平均的に達成される当該指標の特性値成分として表現される水準が等しく設定されていると解釈すべきであろう。第２に，当該指標の特性値の水準が $\boldsymbol{R_1}$ モデル間で等しくなるように基準値が設定されていたとしても，他の指標の特性値成分の水準も同様に等しくなっているという保証がないことである。そして，第３に，対象指標の特性値成分に対して定性的に逆の効果を与える２つ基準値の操作によって，等効果関数をシフトさせることが定性的には可能となることである。

そこで，これらの点について，具体的に考察しておこう。今，ある2つの指標の特性値成分 $\boldsymbol{E_{1i}}(\boldsymbol{p_1})$ と $\boldsymbol{E_{2i}}(\boldsymbol{p_2})$ とに関する次の２つの等効果関数

$$\alpha_i=\psi_1(\boldsymbol{S}) \qquad \cdots\cdots [15]$$

$$\alpha_i=\psi_2(\boldsymbol{S}) \qquad \cdots\cdots [16]$$

が考察の対象となっているとする。この２つの等効果関数において，[15]の等効果関数を主，[16]を従と考え，$\boldsymbol{E_{2i}}(\boldsymbol{p_2})$ が一定水準以上（あるいは以下）となることを条件に，考慮される $\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数 $\boldsymbol{S}$ の区間と基準値 α_i の操作可能区間において[15]の等効果関数が意味を持つ場合は，図１-１～２で示された状態に等効果関数[15][16]が推定される場合となる。この図における陰影部分が $\boldsymbol{E_{2i}}(\boldsymbol{p_2})$ が一定水準以上に推定されている領域である。これらの場合以外，例えば $\boldsymbol{E_{2i}}(\boldsymbol{p_2})$ が一定水準以上となる陰影の中に等効果関数[16] が存在しない場合や等効果関数 [15][16] が交差するような場合では，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数 $\boldsymbol{S}$ の区間と基準値 α_i の操作可能区間内において，条件を満たす[15]の等効果関数は存在しないか，もしくは部分的にしか存在しなくなる。その場合，操作対象基準値 α_i 以外の基準値の操作

基準値設定の方法

図１－１

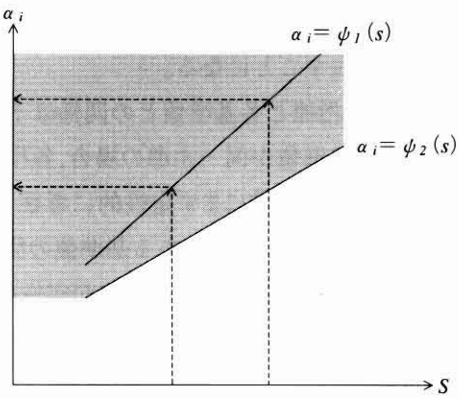
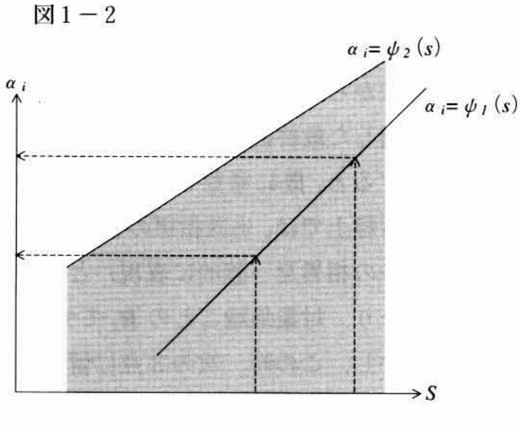


図１－２



によって，等効果関数[15][16]をシフトさせることによって $E_{2i}(p_2)$ が一定水準以上となる陰影の中に等効果関数[15]を入れることは，理論上考えられる。しかし，一般的には，すべての $\boldsymbol{R_1}$ モデルについて指標 $\boldsymbol{P}$ の特性値行列 $E(\boldsymbol{P})$ を同水準に導く基準値ベクトル $\boldsymbol{a}$ を導出することは，前節の計量的分析の定式化を前提にすれば一定の困難は伴うが，考察の対象とする指標を絞ることで一定の対応が可能となろう。

第5節　計量的分析の方法

(1) $\boldsymbol{R_1}$ モデルと関数 ϕ の構造

ここでは，$\boldsymbol{R_1}$ モデルと本制度の仕組みを表現する関数 $\boldsymbol{\phi}$ の構造を具体的に定めて，計量的分析の方法について考察しておこう。本稿では，方法論の検討が主要な課題であるので，それを考慮した上で $\boldsymbol{R_1}$ モデルと関数 $\boldsymbol{\phi}$ とを以下のように設定する。

1) $\boldsymbol{R_1}$ モデル

前節の $\boldsymbol{R_1}$ モデル開発の考え方を前提にすると，現実の対象地域のデータと $\boldsymbol{R_1}$ モデルとは変動係数によって関連付けられているので，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの平均を $T=100$ とし，変動係数 S については計測対象となる区間内で l 個のケースを考慮して，各変動係数のケースごとに対数正規分布に従う乱数を m 個を1セットとして n セット用意する。この場合，標準正規分布に従う乱数 x から[9][10]式によって求められた平均 μ，分散 σ^2 から以下の[17]の変換式によってこのパラメータを持つ正規分布に従う乱数 y に変換する。そして，さらにそれを以下の[18]の変換式によって目的の乱数 $R_{1\cdot t}$ を導くことになる。

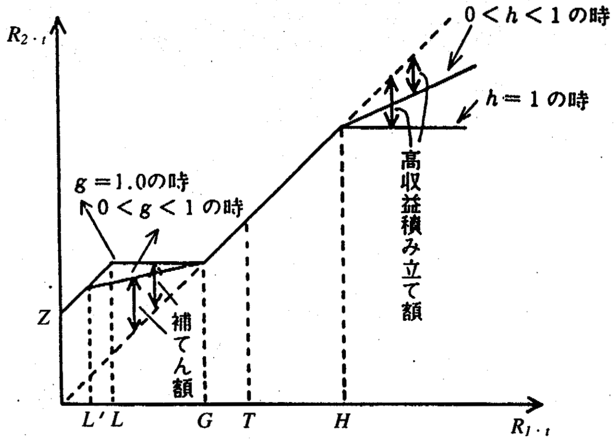
$$y=\sigma\cdot x+\mu \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots [17]$$
$$R_{1\cdot t}=exp(y) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots [18]$$

ただし，実際のシミュレーション実験では，標準正規分布に従う乱数を発生させるサブルーチン副プログラムを使用するのが一般的であるが，その場合，各変動係数に対応したケース間の比較に関してシミュレーション実験による誤差傾向が一定となるように，このサブルーチン副プログラムの引数となる区間[0,1]をとる一様乱数のシードを m 個のケースについて固定しておく。

2） 本制度の仕組みを表現する関数 ϕ

第２節で述べた本制度の仕組みの特徴に留意し，業務対象期間内の t 期における10 a 当たり実現粗収益額($R_{1\cdot t}$) と本制度によって補正された10 a 当たり修正粗収益額 ($R_{2\cdot t}$) との関係を表す本制度の仕組みを表現する関数 ϕ の主要部分を示せば以下の通りとなる。

図２　本制度の仕組み



$R_{1\cdot t} < L$ の時 $R_{2\cdot t} = R_{1\cdot t} + Z$

$L \leqq R_{1\cdot t} < \mathrm{G}$ の時 $R_{2\cdot t} = R_{1\cdot t} + g\cdot(G - R_{1\cdot t})$

$G \leqq R_{1\cdot t} \leqq H$ の時 $R_{2\cdot t} = R_{1\cdot t}$

$H < R_{1\cdot t}$ の時 $R_{2\cdot t} = R_{1\cdot t} - h\cdot(R_{1\cdot t} - H)$

ただし g=1の時 $L = G - Z$

g＜1の時 $L' = G - Z/g$

$R_{1\cdot t}$ ：業務対象期間中 t 年目の10 a 当たり実現粗収益額

$R_{2\cdot t}$ ：業務対象期間中 t 年目の10 a 当たり修正粗収益額

T ：基準粗収益額

G ：保証基準額

H ：高収益積み立て基準額

Z ： t 年目の資産額

g ：補てん率

h ：高収益積み立て率

図２は，以上の部分を図示したものである。

3） 制度の基準値

ここで，操作可能な制度の基準値は基本的に保証基準額 (G)，高収益積み立て基準額 (H)，１号資産積み立て基準額 (F_1) の３つに絞り，以下のように基準粗収益額 (T) で与えるものとする。

$G=\alpha\cdot T$　　ただし，α，β，γ は基準粗収益額(T)に対する比例操作係数で

$H=\beta\cdot T$

$F_1=\gamma\cdot T$

α ：G 水準

β ：H 水準

γ ：１号資産積み立て基準率

とする。

また，これら以外の基準値は予め定めておく[5]。そして，これらの基準値は，それぞれ比例係数 α，β，γ で操作するものとし，その操作区間は制度の運用上想定される範囲で，α が[0.8～1.0]，β が[1.3～1.6]，γ が[0.25～0.35]と定めておく。

(２) モンテカルロ法とその評価

１） 指標の構成

ここでは，具体的に，制度の仕組みの特性を表す指標として平均業務年数を，また制度の経済効果を表す指標として基準粗収益カバー率をそれぞれ考え，この２指標を前提に考察することにしよう。

モンテカルロ法によるシミュレーション実験を前提とした時，平均業務年数 (p_1) と基準粗収益カバー率 (p_2) の2つの指標の期待値(平均)を特性値成分 $E_{1\cdot1}(p_1)$，$E_{2\cdot1}(p_2)$ とし，その推定量を $\hat{E}_{1\cdot1}(p_1)$，$\hat{E}_{2\cdot1}(p_2)$ として以下のように設定する[6]。

$$p_1=\eta_i \qquad \hat{E}_{1\cdot 1}(P_1)=\frac{\sum_{i=1}^{k}\eta_i}{k}$$

$$P_2=\frac{R_i^*+\rho_i B_a/\eta_i}{T} \qquad \hat{E}_{2\cdot 1}(P_2)=\frac{\sum_{i=1}^{k}\frac{R_i^*+\rho_i B_a/\eta_i}{T}}{k}$$

ただし，

$$R_i^*=\frac{\sum_{t=1}^{\eta_i}R_{1\cdot t}}{\eta_i}$$

B_a ：１号資産造成額に対する生産者外負担額 $((1-\omega)\cdot F_1)$

ω ：１号資産造成額に対する生産者負担割合

ρ_i ：i 回目のシミュレーション実験において実現した F_1 活用率

η_i ：i 回目のシミュレーション実験において実現した業務年数

k ：シミュレーション実験の繰り返し回数

そうすると，この指標の特性値は，制度が無限に繰り返された時に平均的に達成される指標の水準を表現することになろう。さらにこの時同様に，各指標の分布のバラ付きについても評価したければ，この２つの指標の分散を特性値成分 $E_{1\cdot 2}(p_1)$，$E_{2\cdot 2}(p_2)$ とし，その推定量を $\hat{E}_{1\cdot 2}(p_1)$，$\hat{E}_{2\cdot 2}(p_2)$ として，以下のように設定すればよい。

$$\hat{E}_{1\cdot 2}(P_1) = \frac{\sum_{i=1}^{k}(\eta_i - \hat{E}_{1\cdot 2}(P_1))^2}{k}$$

$$\hat{E}_{2\cdot 2}(P_2) = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{R_i^* + \rho_i B_a/\eta_i}{T} - \hat{E}_{1\cdot 2}(P_2)\right)^2}{k}$$

2） モンテカルロ法の設計と評価

次に，モンテカルロ法によるシミュレーション実験の設計について考察しておこう。ここでの課題は，いかに効率的に各指標の特性値成分の推定値を導出するかにある。具体的には，シミュレーション実験の繰り返し回数の合理的な決定である。回数が増加すればするほど大数の法則により，各指標の特性値成分の推定値は，各指標の特性値成分の真値（ここでは，確率変数となる各指標の平均及び分散の理論値）に接近することになる。しかし，計測の精度を考慮せずにむやみに回数を増やせば，計測のための時間や経費が増し，経済的でない。この種の実験では，経済性も計測に関する重要なファクターとなる。

そこで，指標 p_1，p_2 の特性値成分の推定量 $\hat{E}_{1\cdot 2}(p_1)$，$\hat{E}_{2\cdot 2}(p_2)$ を頼りに，ここで前提とした $\boldsymbol{R}_1$ モデルと関数 $\boldsymbol{\phi}$ により繰り返し回数と各推定量の精度について考察しておこう。

さて，表１-１及び表１-２がそれぞれ $\hat{E}_{1\cdot 2}(p_1)$，$\hat{E}_{2\cdot 2}(p_2)$ に関して実際にシミュレーション実験を行って計測した結果である。ここでは，$\boldsymbol{R}_1$-モデルの変動係数を考慮し，他の基準値は固定されている[7]。そして，モンテカルロ法によるシミュレーション実験の設計に関する繰り返し回数が10回，50回，100回，500回，1000回，5000回，10000回，50000回，100000回，500000回，1000000回の11ケースを設定し，それぞれについて評価した。評価の方法は，100個の乱数のシードを基に，これを前提としてそれぞれのケースについて100回シミュレーション実験[8]を行い，ここで考慮した各推定量の標本平均と標準誤差を計測した。これらの表は，中心極限定理よりこれらの指標の特性値成分の推定量の分布を正規分布近似できることを利用し，計測結果から区間推定したものである。

これらの表から解るように，シミュレーション実験の繰り返し回数を増加させると，計測対象となっている指標の特性値成分の推定値の99%信頼区間が狭くなり，その推定

表1−1　平均業務年数の特性値の99%信頼区間

変動係数	0.2			0.3			0.4			0.5			0.6			0.7		
繰返し回数	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅
10	2.79081	2.87119	0.08038	2.52493	2.64107	0.11614	2.29047	2.43353	0.14305	2.12441	2.28359	0.15919	2.00916	2.19484	0.18568	1.89097	2.07903	0.18806
50	2.82720	2.85880	0.03161	2.55856	2.60784	0.04927	2.35351	2.41009	0.05658	2.19271	2.25129	0.05859	2.06234	2.12566	0.06333	1.95783	2.02777	0.06995
100	2.83485	2.85695	0.02210	2.56082	2.59838	0.03755	2.35367	2.39493	0.04127	2.18866	2.23154	0.04287	2.06404	2.10456	0.04053	1.96407	2.00453	0.04046
500	2.83927	2.84909	0.00981	2.57479	2.58933	0.01454	2.35940	2.37728	0.01789	2.19760	2.21576	0.01816	2.07415	2.09249	0.01835	1.97541	1.99403	0.01861
1000	2.83974	2.84676	0.00702	2.57525	2.58521	0.00997	2.35979	2.37143	0.01164	2.19802	2.21122	0.01319	2.07331	2.08679	0.01348	1.97434	1.98806	0.01372
5000	2.84386	2.84680	0.00294	2.58473	2.58925	0.00453	2.36997	2.37594	0.00597	2.20815	2.21403	0.00588	2.08447	2.09039	0.00592	1.98591	1.99212	0.00622
10000	2.84393	2.84598	0.00206	2.58520	2.58836	0.00316	2.37104	2.37514	0.00410	2.20908	2.21295	0.00388	2.08496	2.08926	0.00430	1.98668	1.99096	0.00428
50000	2.84492	2.84595	0.00103	2.58732	2.58869	0.00137	2.37323	2.37488	0.00165	2.21112	2.21271	0.00159	2.08737	2.08921	0.00184	1.98856	1.99045	0.00189
100000	2.84504	2.84568	0.00063	2.58729	2.58821	0.00092	2.37304	2.37424	0.00121	2.21125	2.21239	0.00115	2.08755	2.08875	0.00120	1.98878	1.99002	0.00124
500000	2.84518	2.84543	0.00025	2.58774	2.58818	0.00044	2.37332	2.37387	0.00055	2.21158	2.21213	0.00055	2.08791	2.08841	0.00050	1.98915	1.98972	0.00057
1000000	2.84519	2.84539	0.00020	2.58777	2.58809	0.00032	2.37342	2.37383	0.00042	2.21167	2.21209	0.00042	2.08793	2.08834	0.00041	1.98918	1.98961	0.00042

表1−2　基準粗収益カバー率の特性値の99%信頼区間

変動係数	0.2			0.3			0.4			0.5			0.6			0.7		
繰返し回数	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅	下限値	上限値	幅
10	1.01721	1.03771	0.02051	1.03513	1.06546	0.03033	1.04483	1.08607	0.04124	1.04924	1.10169	0.05245	1.05170	1.11484	0.06314	1.05485	1.12815	0.07330
50	1.02468	1.03183	0.00715	1.04587	1.05618	0.01031	1.05971	1.07375	0.01404	1.06861	1.08649	0.01789	1.07532	1.09722	0.02190	1.07920	1.10457	0.02537
100	1.02493	1.03004	0.00510	1.04583	1.05334	0.00751	1.05992	1.07002	0.01010	1.06948	1.08229	0.01282	1.07597	1.09176	0.01579	1.07992	1.09856	0.01864
500	1.02652	1.02893	0.00240	1.04821	1.05168	0.00347	1.06336	1.06809	0.00473	1.07361	1.07946	0.00585	1.08038	1.08762	0.00724	1.08533	1.09374	0.00841
1000	1.02680	1.02839	0.00159	1.04871	1.05105	0.00234	1.06409	1.06723	0.00314	1.07445	1.07832	0.00387	1.08160	1.08631	0.00472	1.08666	1.09227	0.00561
5000	1.02799	1.02870	0.00071	1.05041	1.05142	0.00102	1.06630	1.06770	0.00140	1.07731	1.07909	0.00178	1.08491	1.08702	0.00211	1.09040	1.09292	0.00251
10000	1.02808	1.02860	0.00053	1.05054	1.05131	0.00077	1.06650	1.06755	0.00104	1.07754	1.07890	0.00136	1.08521	1.08682	0.00161	1.09082	1.09272	0.00190
50000	1.02826	1.02848	0.00023	1.05076	1.05112	0.00035	1.06682	1.06729	0.00048	1.07795	1.07855	0.00059	1.08576	1.08647	0.00071	1.09151	1.09235	0.00084
100000	1.02827	1.02842	0.00015	1.05077	1.05101	0.00023	1.06684	1.06715	0.00031	1.07800	1.07838	0.00039	1.08581	1.08629	0.00048	1.09157	1.09214	0.00057
500000	1.02833	1.02839	0.00006	1.05085	1.05095	0.00010	1.06695	1.06708	0.00013	1.07814	1.07830	0.00016	1.08597	1.08618	0.00021	1.09177	1.09201	0.00024
1000000	1.02834	1.02838	0.00005	1.05087	1.05094	0.00007	1.06697	1.06707	0.00010	1.07816	1.07829	0.00013	1.08601	1.08616	0.00016	1.09181	1.09199	0.00018

値の精度が良くなることが読み取れる。しかし，同じ繰り返し回数では，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数の相異によって99%信頼区間に差が出ており，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数が大きくなるに従い99%信頼区間が広くなる傾向があるのが読み取れる。また，指標の内容によって要求される精度が異なるといえ，例えば平均業務年数の特性値成分 $E_{1\cdot 1}(p_1)$ の推定にはコンマ1程度の精度で十分と考えられる。この程度の推定では表1から明らかなように，シミュレーション実験の繰り返し回数が概ね50回程度でも一定の推定精度を得ることが可能となろう。したがって，ここでの計測結果からは$\boldsymbol{R_1}$モデルの変動係数や指標の内容の相異を考慮に入れたとしても，シミュレーション実験が概ね500回程度で一定の精度が確保でき，10000回で十分な推定精度が得られるといえよう。

（3） 等効果関数と基準値

ここでは，10000回のシミュレーション実験の繰り返し計算によって，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数及び制度の基準値の操作ケースを以下のように前提して，上記指標の特性値成分の推定値を計測した。

$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数	：0.2から0.7まで0.05刻みで11ケース
保証基準額(G)の比例操作係数（α）	：0.8から1.0まで0.01刻みで21ケース
高収益積み立て基準額(H)の比例操作係数（β）	：1.3，1.5，1.6の3ケース
１号資産積み立て基準額(F_1)の比例操作係数（γ）	：0.25，0.30，0.35の3ケース

図3-1～2が，平均業務年数(p_1)及び基準粗収益カバー率(p_2)の各指標の特性値成分に関する，保証基準額(G)の第3節の[3]式に示された関数 $\xi_{1\cdot 1}$ 及び $\xi_{2\cdot 1}$ を，$\boldsymbol{R_1}$ モデルの変動係数の各ケースについて推定したものである。そして，図4-1～2が，その推定結果から，平均業務年数(p_1)及び基準粗収益カバー率(p_2)の指標の特性値成分に関する，保証基準額(G)の第3節の[5]''式に示された等効果関数を推定したものである。さらに，第4節の基準値の設定方法において示した具体例が，図5である。この図では，$\boldsymbol{R_1}$ モデル間において，平均業務年数の特性値成分の推定値が2.2年以上となる条件下で，基準粗収益カバー率の特性値成分の推定値が1.07に平準化される保証基準額(G)の水準を各 $\boldsymbol{R_1}$ モデルについて評価することが可能となる。

第6節まとめ

本稿では，本制度の運用・改善を計数的根拠に基づいて行うための方法論に関して，理論的な定式化とその検討を行なった。そして，その定式化の下でのモンテカルロ法に

よるシミュレーション実験の方法を示し，特に，本制度の仕組みの特性や経済効果等に関して対象産地間でその水準を平準化させるための基準値の設定方法を中心に，その方法の有効性を数値計算より具体的に明らかにした。ただし，本制度には様々な基準値が存在し，実際上は制度の運用上重要とみられる基準値を中心に改善方向を探ることになろう。

本稿で検討された方法は，本制度が採用している粗収益保証法式が前提となっており，その前提によって定式化された等効果関数 $\alpha_i = \psi_j(\lambda)$ の具体的な推定が可能になっているという側面がある。もし，国の野菜価格安定制度が採用している価格保証方式で「経営安定効果」に関してこの等効果関数の具体化を目指すなら，少なくとも価格変動と単収変動とを統合したモデルが開発可能となり，かつその上で第３節の [6] 式で示した対象地域間で比較可能なスカラー関数が具体的に表現できることが必要条件となろう。

なお，本稿で検討した計量的方法を実際に適用して，本制度の運用・改善の方向を具体的に提示する場合，第３節の [1] 式で示した本制度の仕組みを表現する関数ϕの具体化が重要であり，その際，制度の運用のあり方を十分に熟知しておく必要があることはいうまでもない。

図３－１　平均業務年数

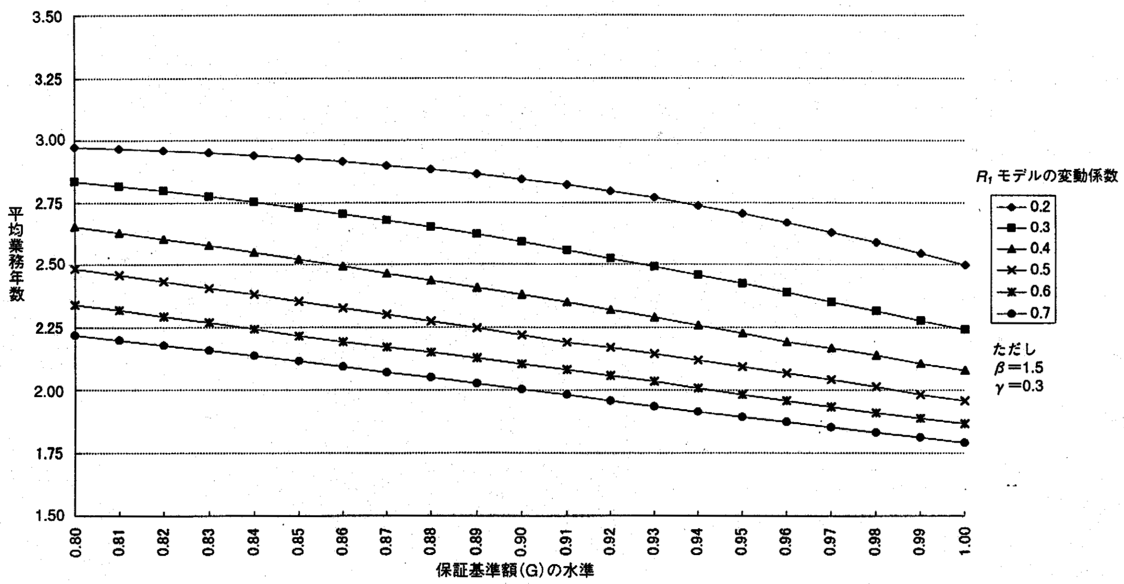


図3－2　業務粗収益カバー率

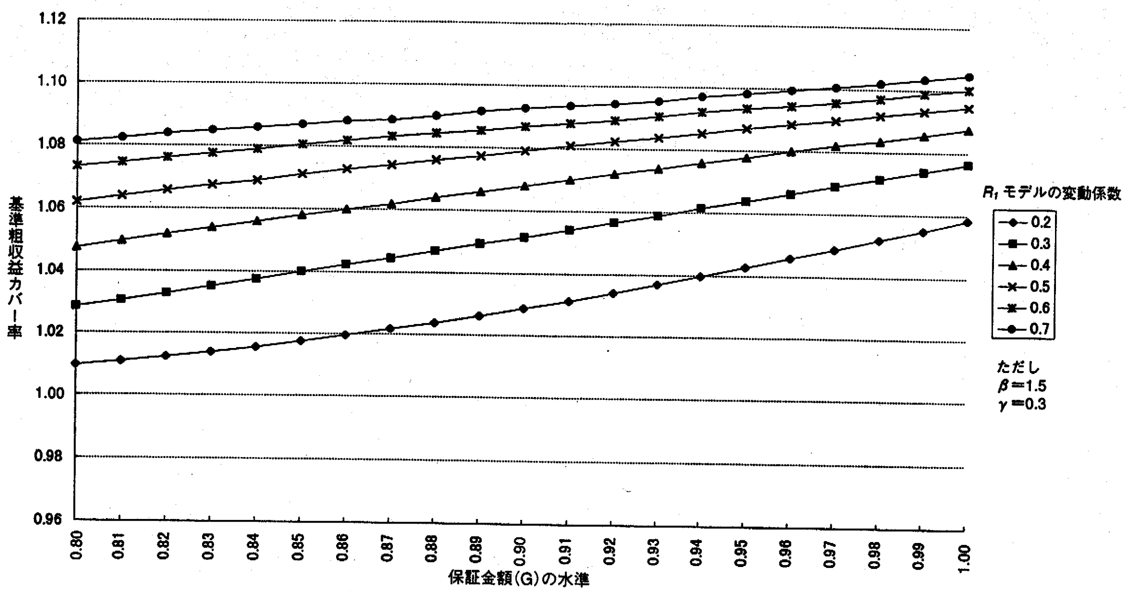


図4－1　平均業務年数の特性値に関する等効果関数（2.2年水準）

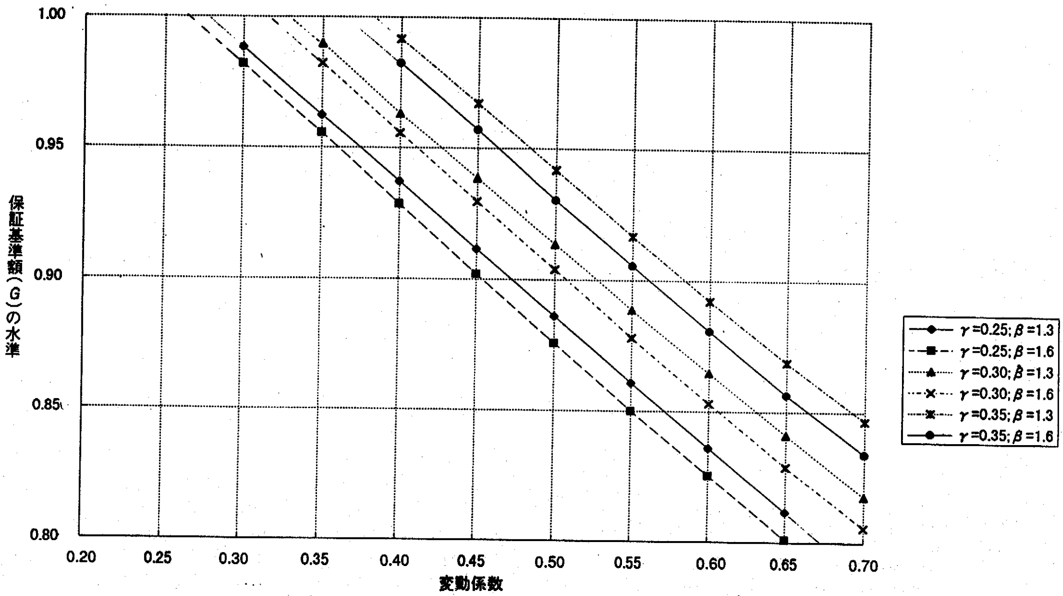


図４－２　基準粗収益カバー率の特性値に関する等効果関数（1.07水準）

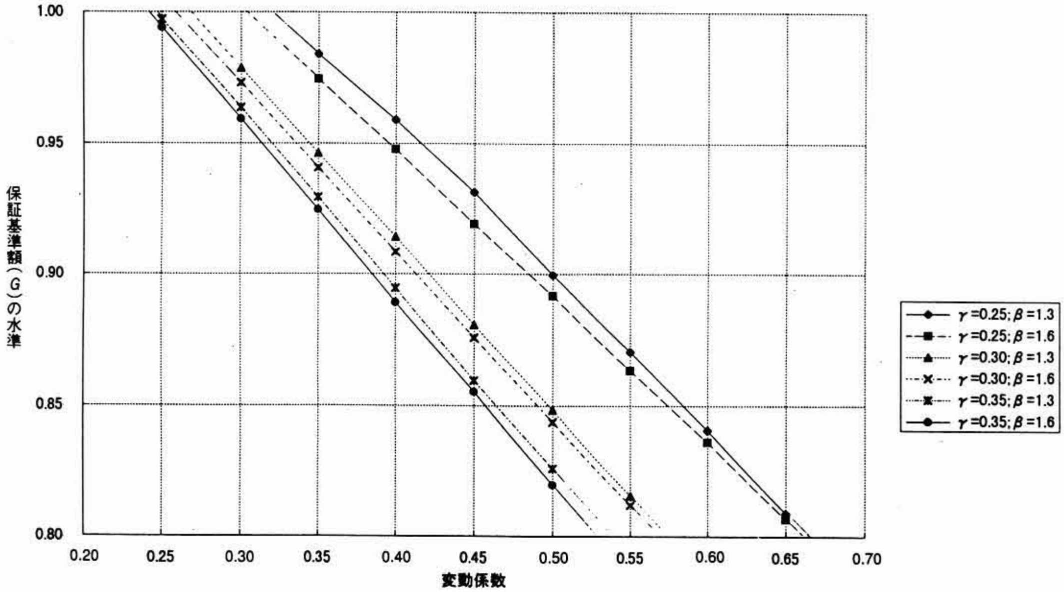
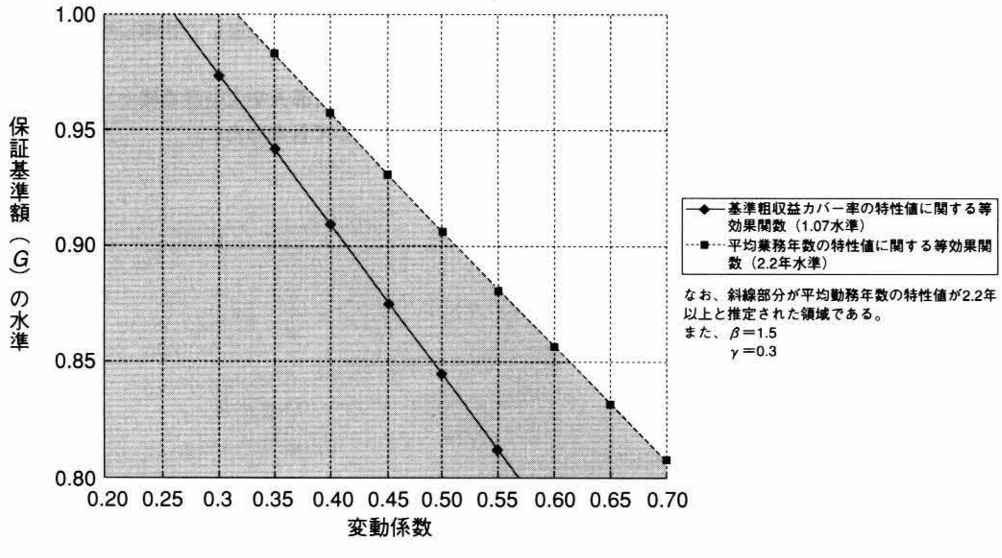


図５　制度基準値の設定図



注

1) ＡＩＣとは，異なるモデルを比較するための尤度にもとづく客観的な基準である。これは赤池弘次氏によって開発されたもので，赤池情報量基準（*Akaike Information Criterion*）と呼ばれている。

2）小田滋晃「野菜価格安定制度のシミュレーション分析ー京都府「野菜経営安定資金制度」の事例分析を中心にしてー」『農林業問題研究』第86号，1-9頁，1987年３月を参照。

3）対数変換の経済学的な意味については，丸山義晧「農業生産における対数正規分布理論の研究」『農業経済研究』第30巻，第４号を参照。

4）京都府農林部農業経済課『農産物価格安定制度検討調査事業報告書（Ｉ）』，p.77，1983年５月を参照。

5）ここでの計測における他の基準値は次のように定めておく。

１号資産造成額に対する生産者負担割合	：0.25
補てん率	：1.0
高収益積み立て率	：0.5
初年度業務短縮基準	：１号資産造成額の50%
2年度業務短縮基準	：１号資産造成額の30%

6）ただし，ここでは本制度の仕組みや効果を正しく評価するために，1回のシミュレーション実験においては，業務の短縮が発生した場合，再び業務を繰り返し少なくとも３年間(多くても５年間)は業務が継続するものとして，その業務の継続年数をその間の業務回数で除した値を１回のシミュレーション実験での業務年数とした。

7）ここでは，注5)の基準値に加えて，α：0.9，β：1.5，γ：0.3と固定して計測した。

8）本稿におけるモデルの開発及びシミュレーション実験は，京都大学大型計算機センターのTSS下でFORTRAN90及び数値計算ライブラリーSSLⅡを使用して行なった。